

# FIP - Birinci İyonlaşma Potansiyeli Etkisinin Araştırılması:

## RV Tauri türü Değişenler

Gizay YOLALAN  
Doç. Dr. Timur ŞAHİN

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
ANTALYA



# İÇERİK

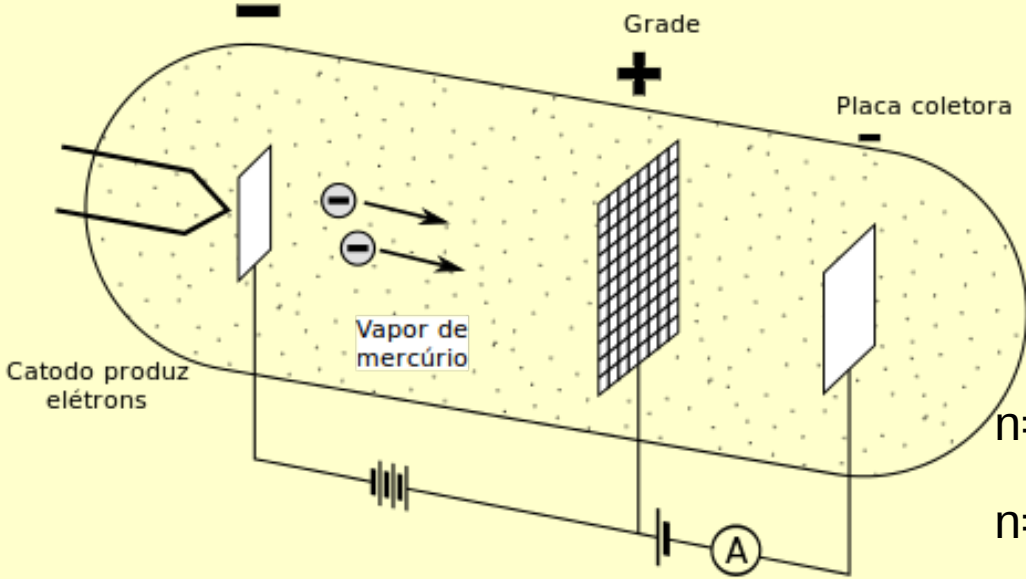
- BİRİNCİ İYONLAŞMA POTANSİYELİ ETKİSİ ( FIP EFFECT )
  - GÜNEŞ ' TE FIP ETKİSİ
  - GÜNEŞ BENZERİ YILDIZLARDA FIP ETKİSİ
  - EVRİMLEŞMİŞ YILDIZLARDA FIP ETKİSİ
- RV TAURİ YILDIZLARI
- TAYFSAL GÖZLEMLER
- METOT - ELEMENT BOLLUK ANALİZİ
- KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

# İÇERİK

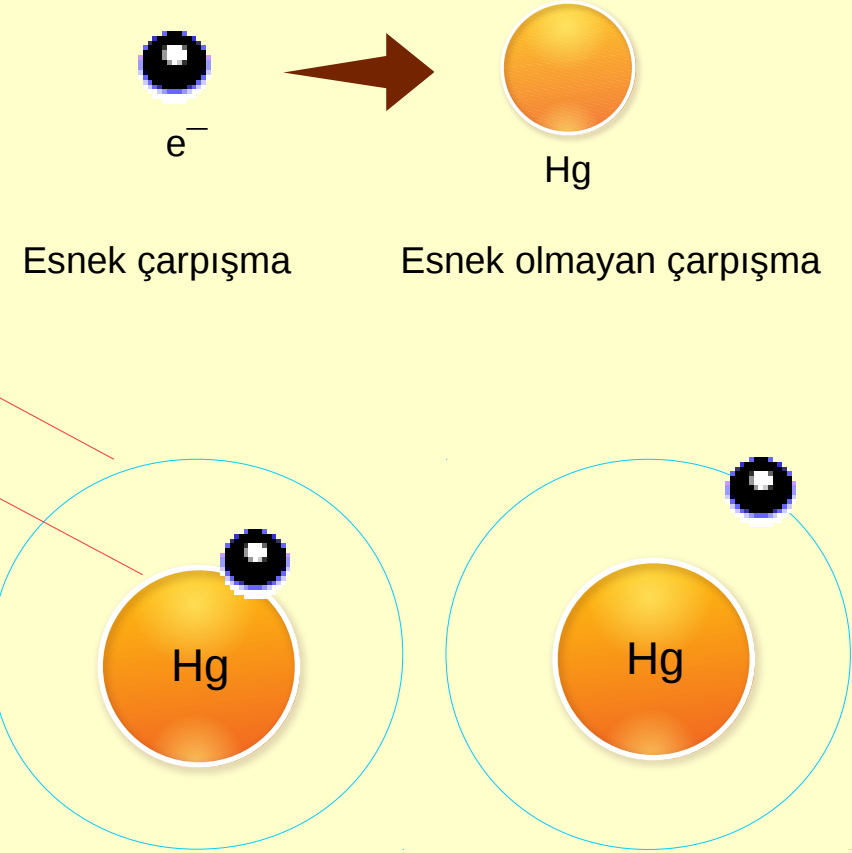
- BİRİNCİ İYONLAŞMA POTANSİYELİ ETKİSİ ( FIP EFFECT )
  - GÜNEŞ ' TE FIP ETKİSİ
  - GÜNEŞ BENZERİ YILDIZLARDA FIP ETKİSİ
  - EVRİMLEŞMİŞ YILDIZLARDA FIP ETKİSİ
- RV TAURİ YILDIZLARI
- TAYFSAL GÖZLEMLER
- METOT - ELEMENT BOLLUK ANALİZİ
- KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

# BİRİNCİ İYONİZASYON POTANSİYELİ ETKİSİ

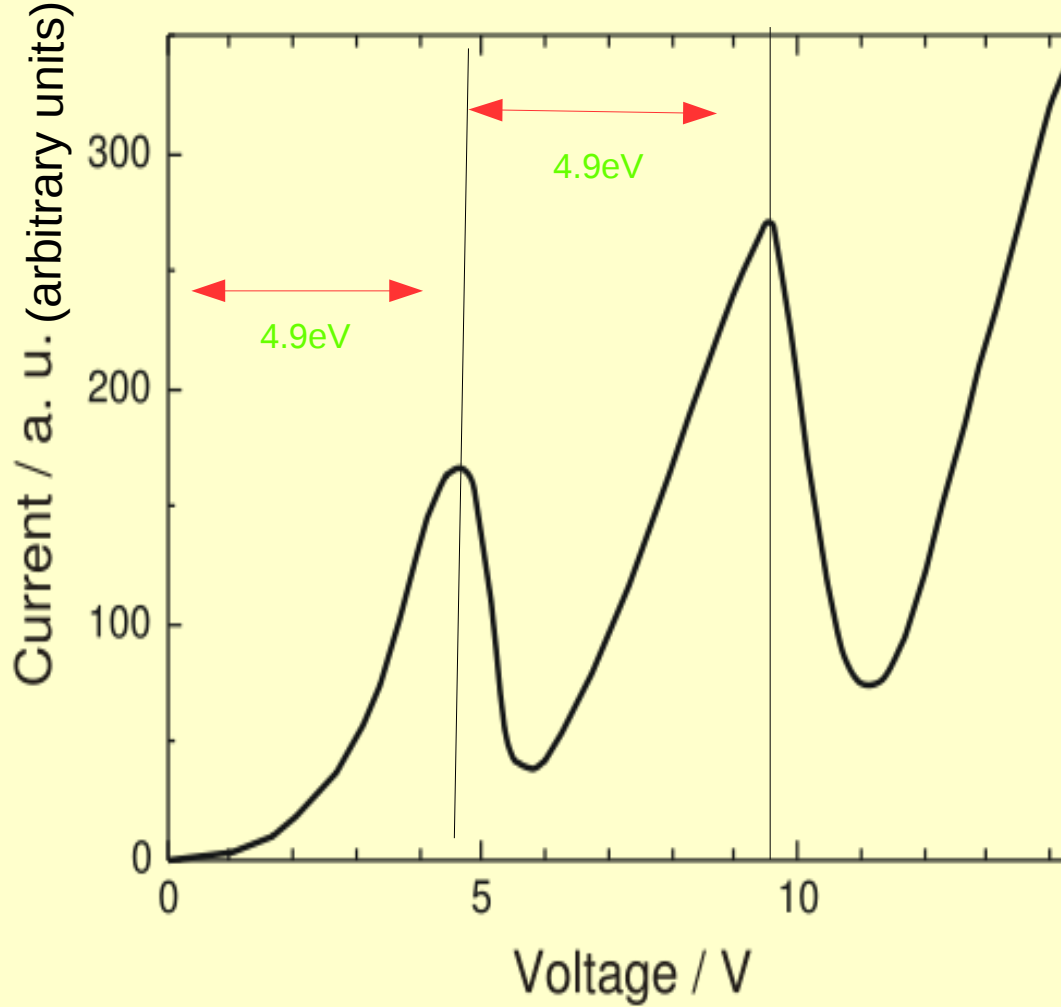
## FRANK – HERTZ DENEYİ



Temel 2 olay üzerinden açıklanır:



# BİRİNCİ İYONİZASYON POTANSİYELİ ETKİSİ



Anot akımının , hızlandırıcı gerilime göre değişimi Şekil' deki gibi bir grafikdir. Bu grafik civa atomu için Franck-Hertz eğrisi olarak adlandırılır.

Bu sistemi gözlemlediğimizde

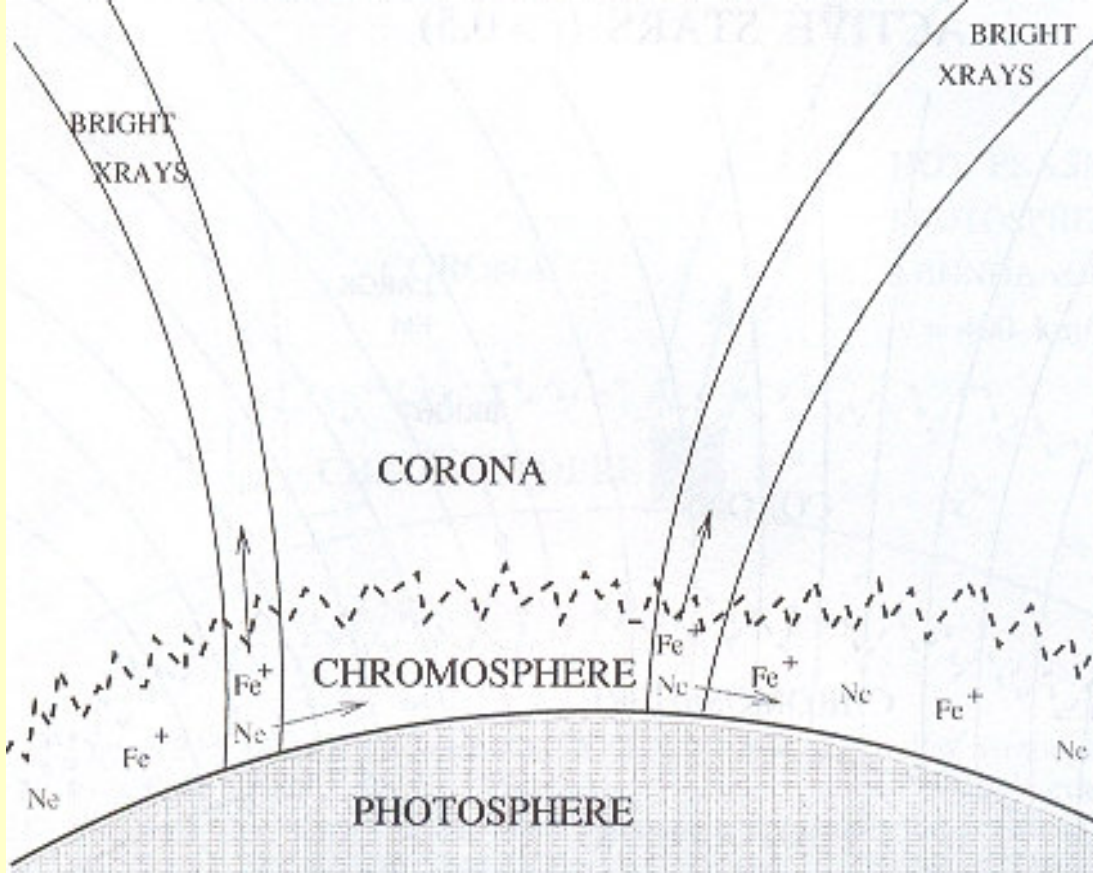
Esnek olmayan çarpışmaların gerçekleştiği potansiyel değerinde bir tepe oluşur

Esnek çarpışmalarda ise çukur görürüz.

Böylece elde ettiğimiz grafiğin tepeleri arasındaki potansiyel fark 4.9 elektronvolta karşılık gelip bize civanın uyarılma potansiyelini verir.

# BİRİNCİ İYONİZASYON POTANSİYELİ ETKİSİ - I

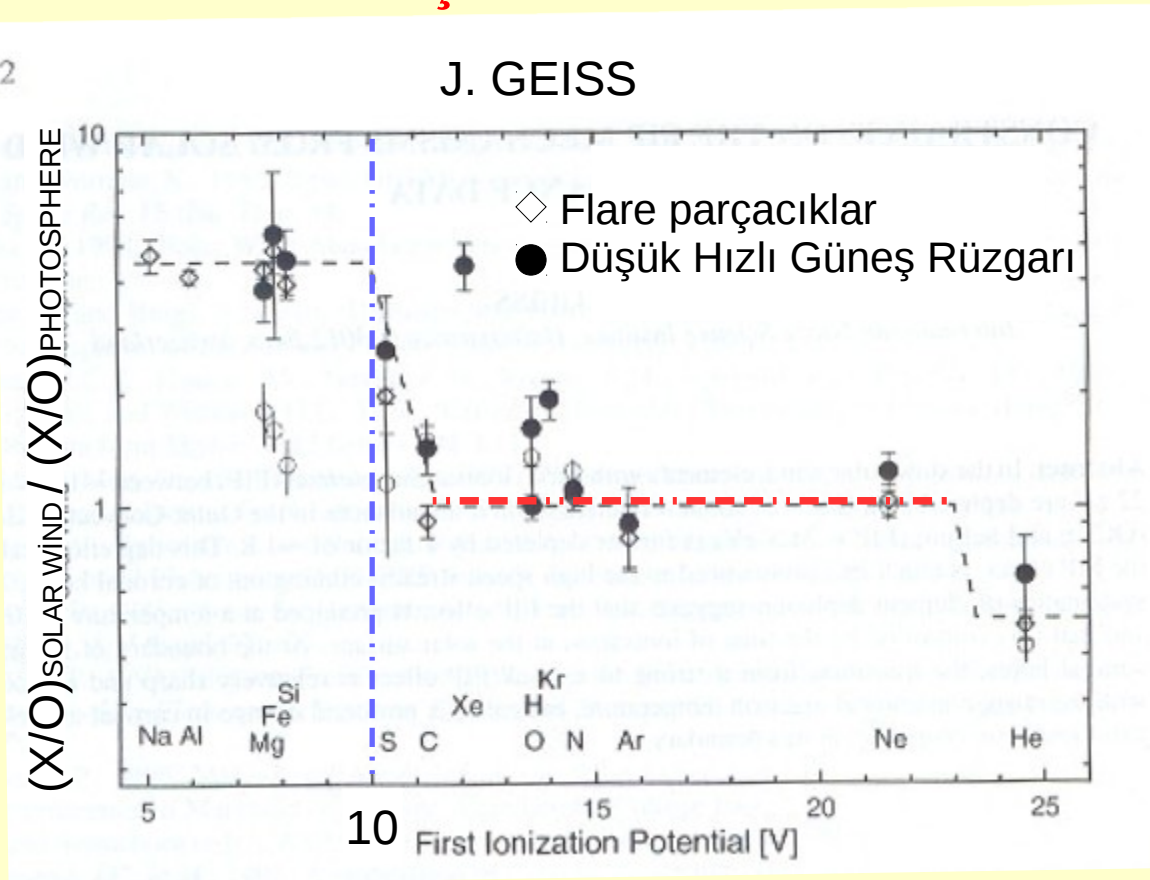
## - GÜNEŞ ' TE FIP ETKİSİ -



Low FIP (Fe<sup>+</sup>) - İyonize atomlar  
10 eV  
High FIP (Ne) - Nötral atomlar

# BİRİNCİ İYONİZASYON POTANSİYELİ ETKİSİ - I

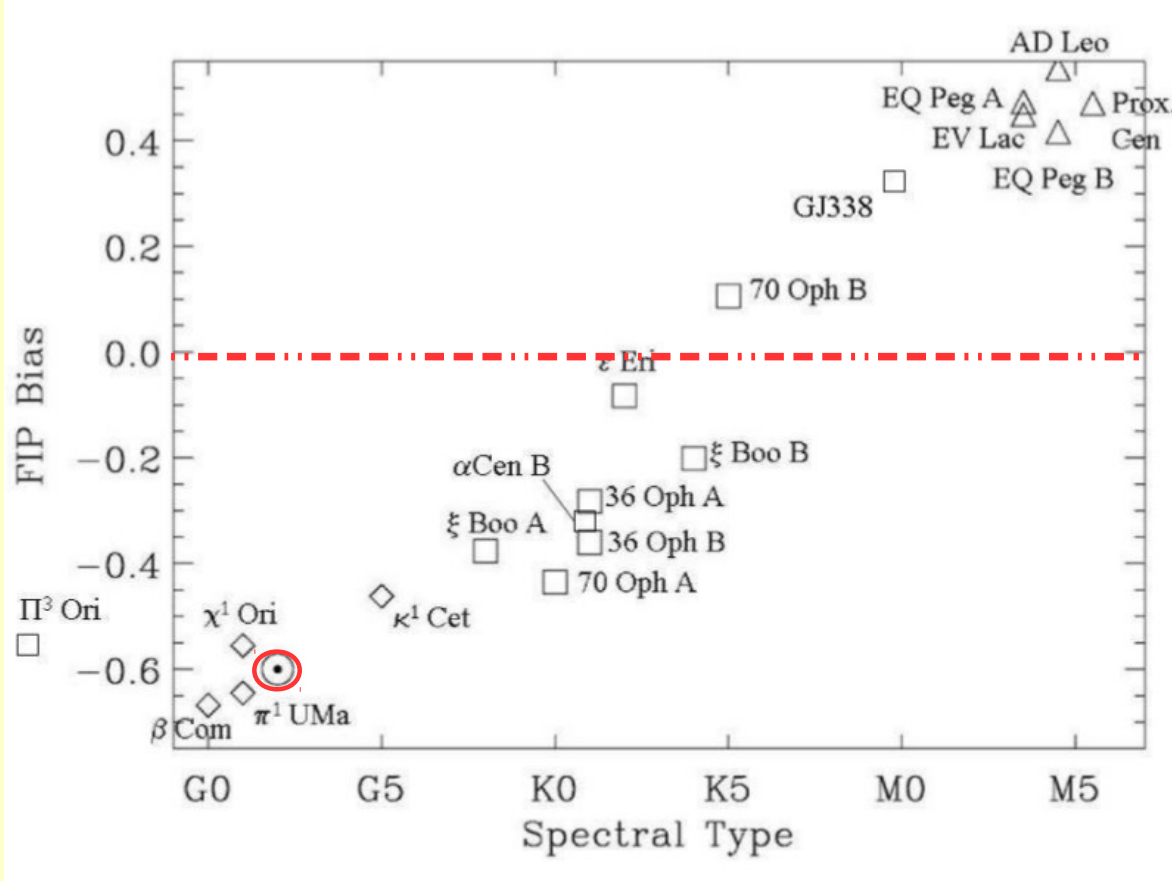
## - GÜNEŞ ' TE FIP ETKİSİ -



Low FIP ( $\text{Fe}^+$ ) - İyonize atomlar  
10 eV  
High FIP (Ne) - Nötral atomlar

# BİRİNCİ İYONİZASYON POTANSİYELİ ETKİSİ - II

## - GÜNEŞ BENZERİ YILDIZLARDA FIP ETKİSİ -



Grafikte bulunan tüm yıldızlar anakol yıldızıdır.

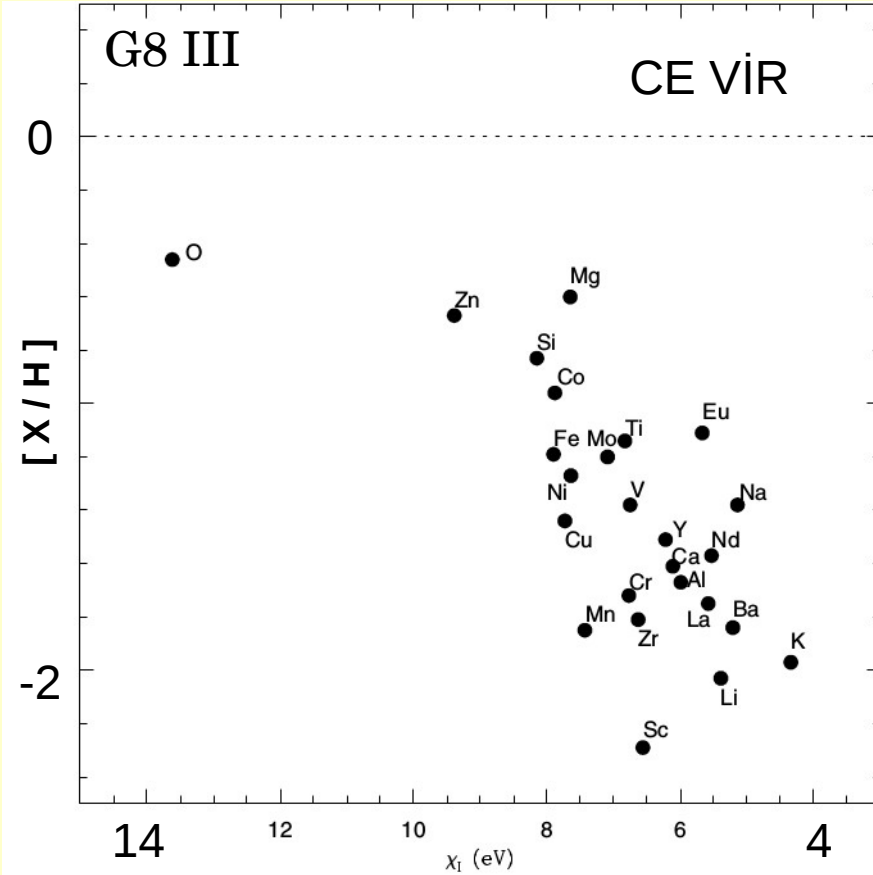
$$FIP_{bias} = \left[ \frac{X}{H} \right]_{fotosfer} - \left[ \frac{X}{H} \right]_{korona}$$

J.Laming 2015 , "The FIP and Inverse FIP Effects in Solar and Stellar Coronae" makalesinden alınmıştır.



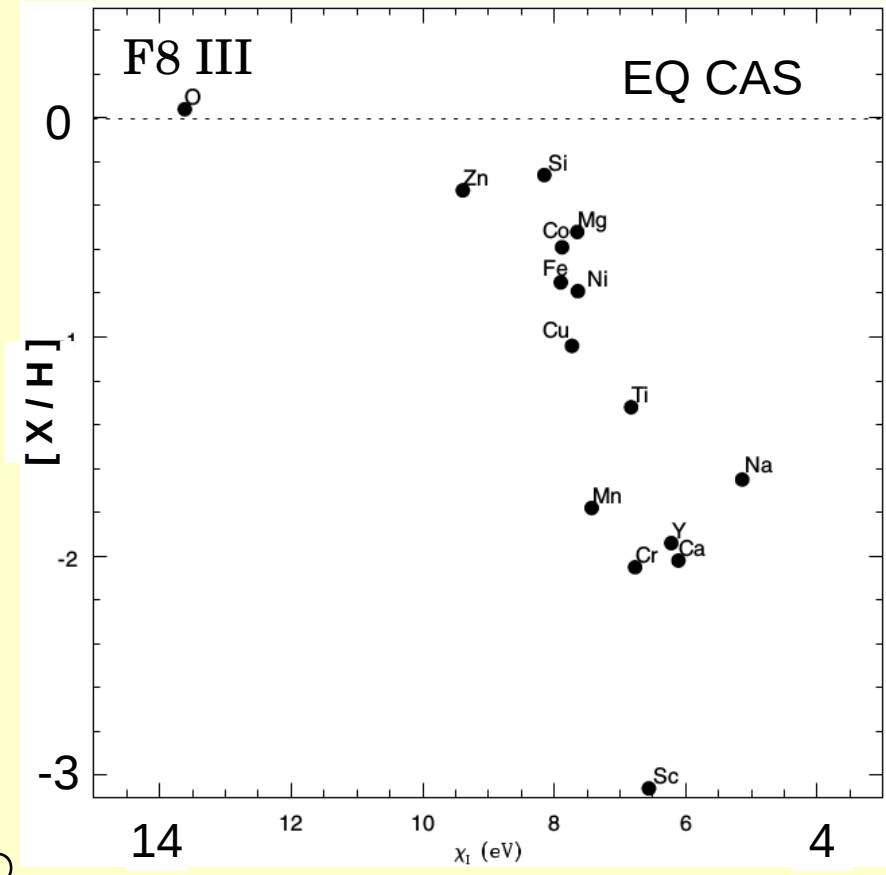
# BİRİNCİ İYONİZASYON POTANSİYELİ ETKİSİ - III

## - EVRİMLEŞMİŞ YILDIZLARDA FIP ETKİSİ -



RAO & REDDY (2005)

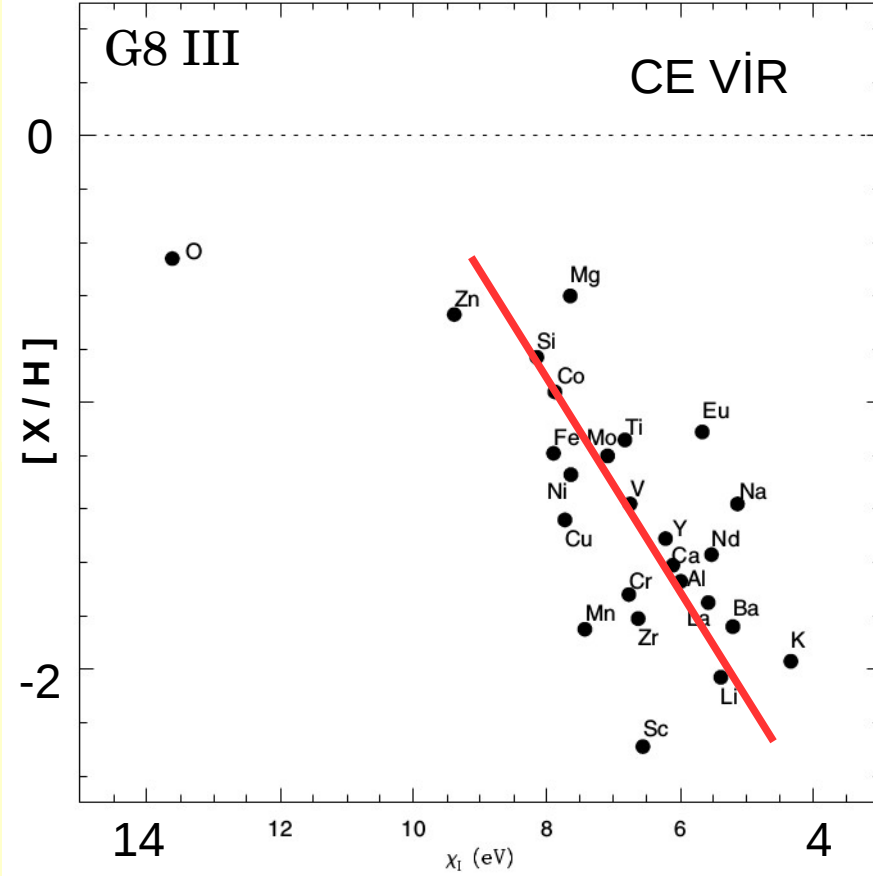
$$\left[ \frac{X}{H} \right] = X_{\star} - X_{\odot}$$



GİRİDHAR ve arkadaşları (2004)

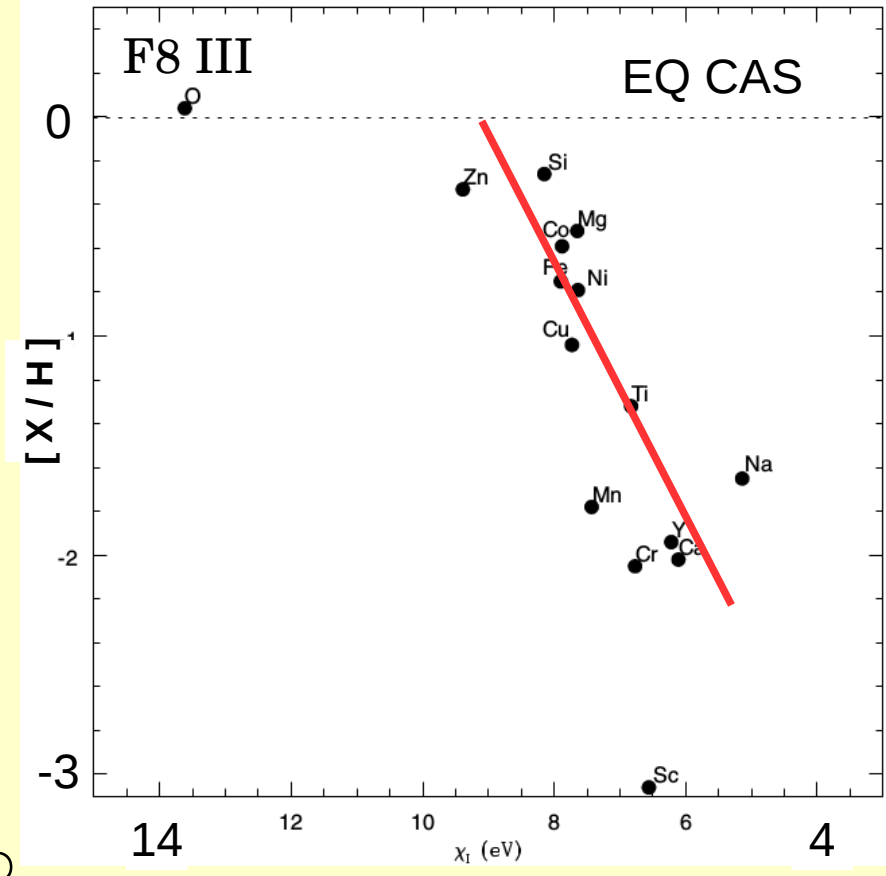
# BİRİNCİ İYONİZASYON POTANSİYELİ ETKİSİ - III

## - EVRİMLEŞMİŞ YILDIZLARDA FIP ETKİSİ -



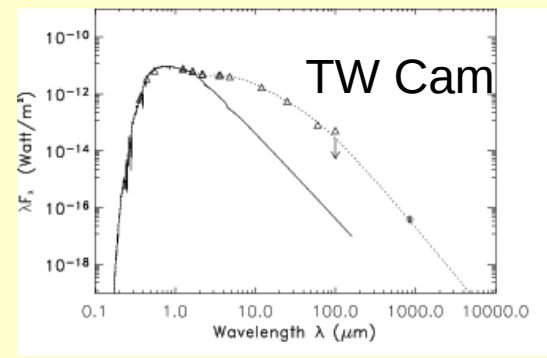
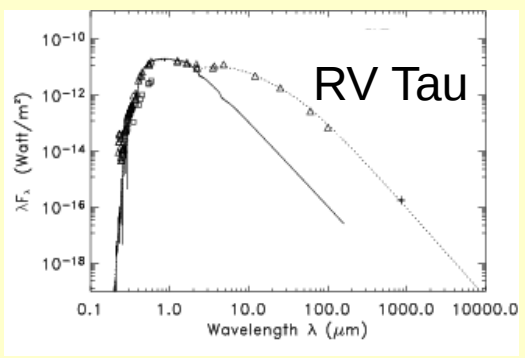
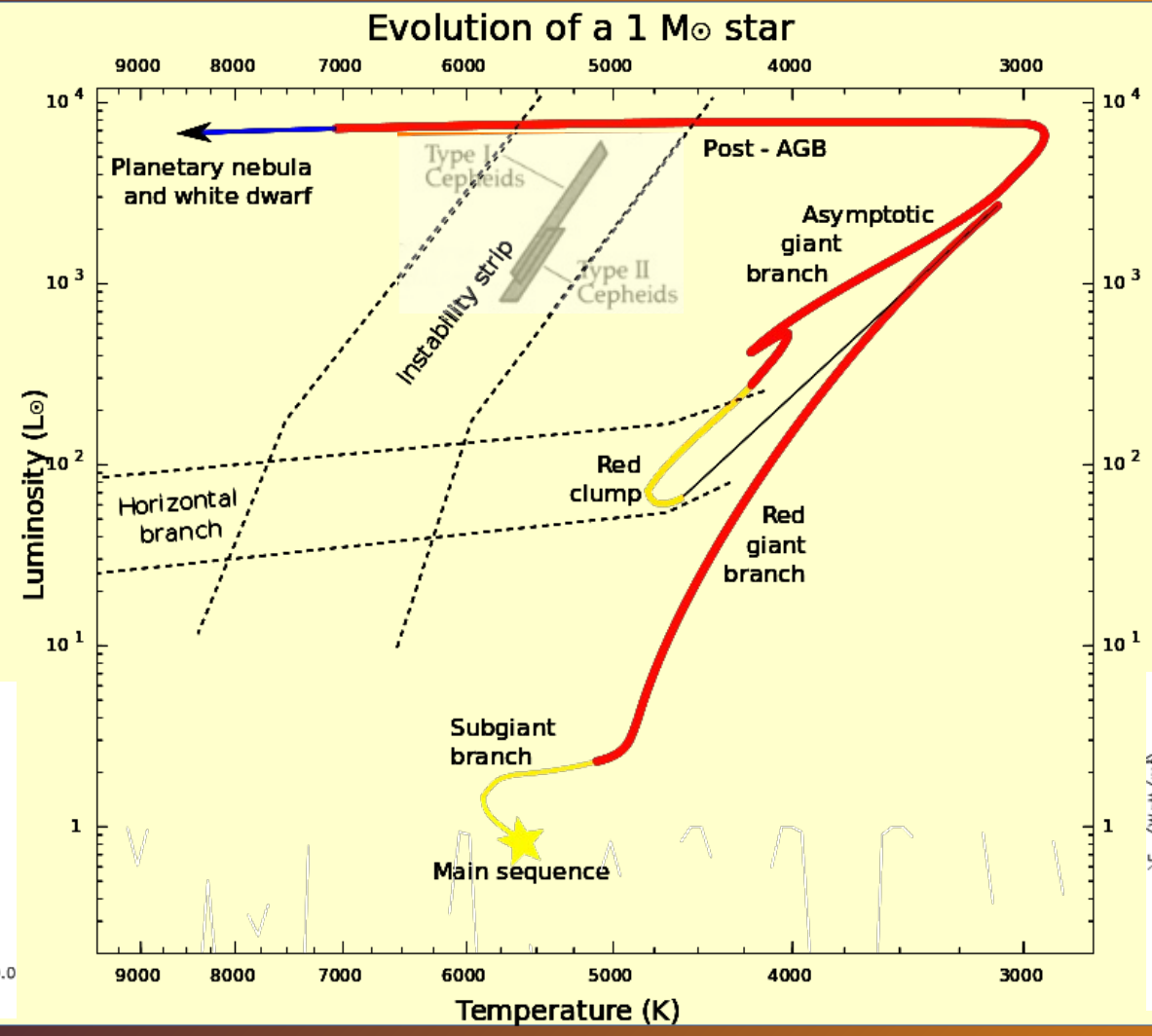
RAO & REDDY (2005)

$$\left[ \frac{X}{H} \right] = X_{\star} - X_{\odot}$$



GİRİDHAR ve arkadaşları (2004)

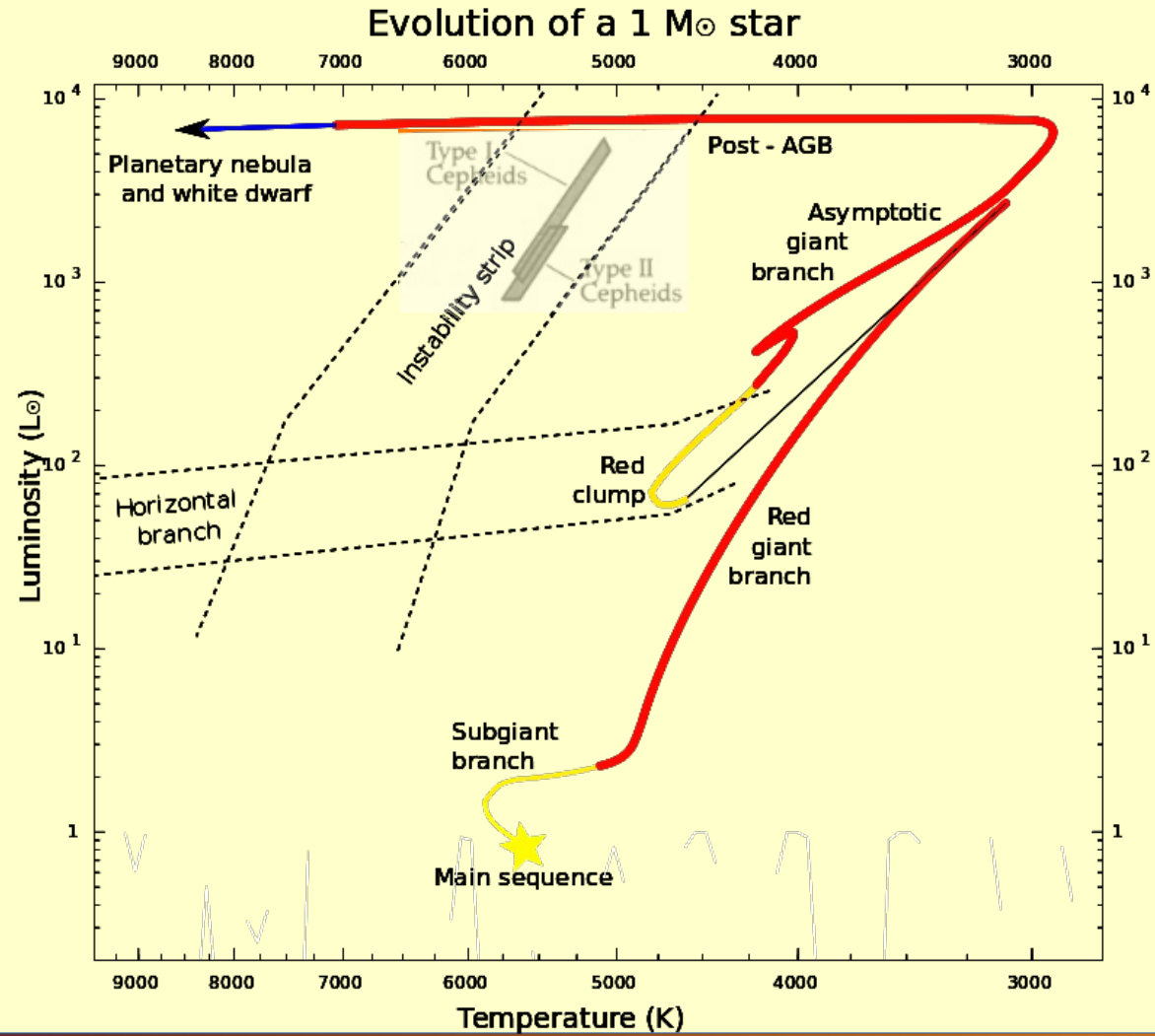
# RV TAURI YILDIZLARI



# RV TAURİ YILDIZLARI

Fotometrik  
(Kukarkin 1958)

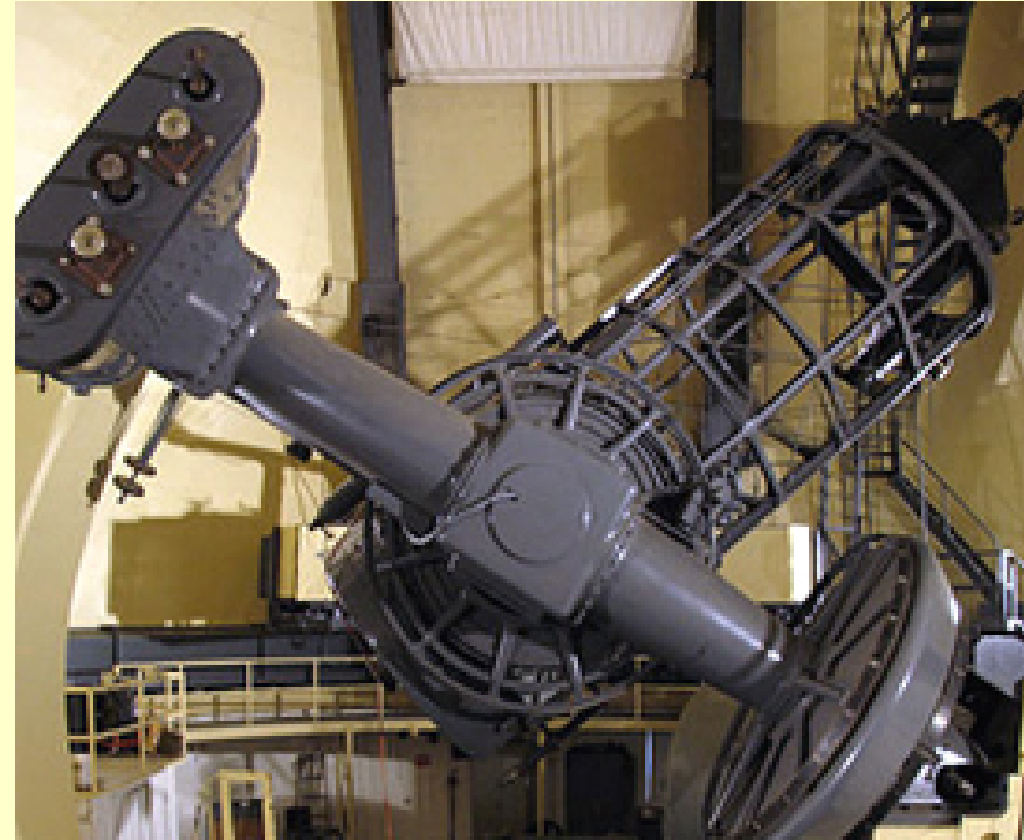
- RVa
- RVb



Spektroskopik  
(Preston et al.1963)

- RVA
- RVB
- RVC

# TAYFSAL GÖZLEMLER



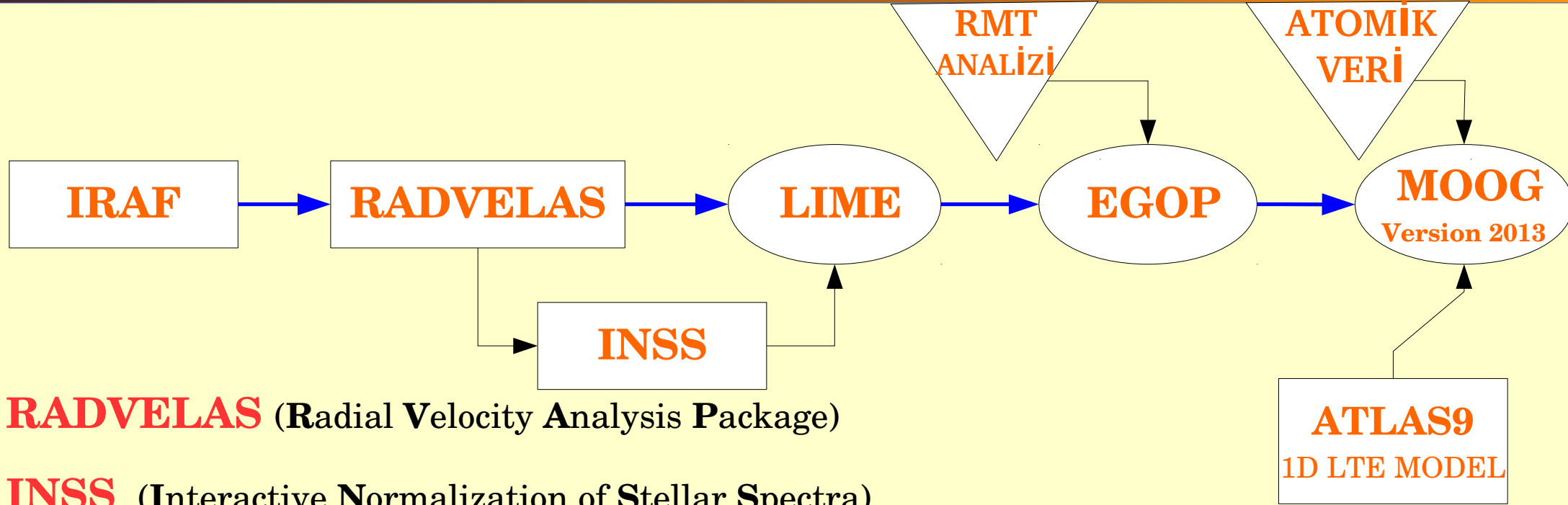
Çözünürlük =  $R \sim 55\ 000$

Sinyal / Gürültü (S/N)  $\sim 300$

Dalgaboyu aralığı =  $4846 - 5693 \text{ \AA}$

McDonald gözlemevi-2.1 m (82") Otto Struve Telescope  
Sandiford Cassegrain Echelle Tayfçekeri

# METOT



**RADVELAS** (Radial Velocity Analysis Package)

**INSS** (Interactive Normalization of Stellar Spectra)

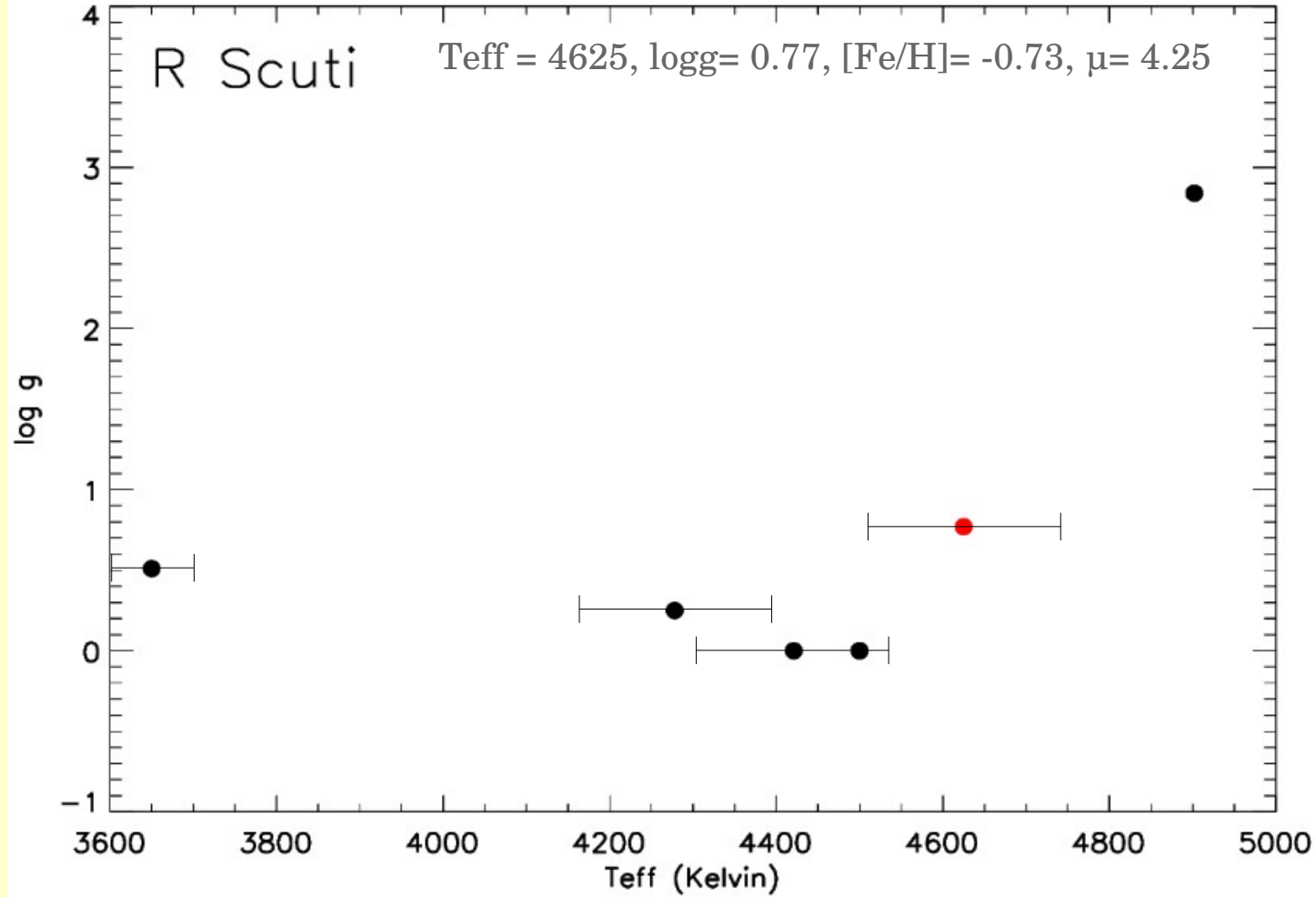
**LIME** ( Line Identification and Measurement from Echelle Spectra )

**EGOP** (Eşdeğer Genişlik Ölçüm Programı)

# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

● Bu çalışma (2016)

● Diğer çalışmalar (1981-2016)



# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

## - R Sct

| Species | $\log \epsilon_{\star}$ | [X/H] | [X/FE] | $\log \epsilon_{\odot}$ | $\log \epsilon_{\odot}$<br>Asplund(2009) | FIP(eV) | lines |
|---------|-------------------------|-------|--------|-------------------------|--|---------|-------|
| FeI     | 6.92                    | -0.74 | -0.00  | $7.66 \pm 0.04$         | $7.50 \pm 0.04$                          | 7.90    | 29    |
| CrI     | 4.90                    | -0.71 | -0.03  | $5.61 \pm 0.05$         | $5.64 \pm 0.04$                          | 6.76    | 2     |
| TiI     | 4.61                    | -0.41 | +0.33  | $5.02 \pm 0.02$         | $4.95 \pm 0.05$                          | 6.82    | 11    |
| CoI     | 4.23                    | -0.71 | +0.03  | $4.94 \pm 0.01$         | $4.99 \pm 0.07$                          | 7.88    | 4     |
| ScI     | 2.25                    | -0.88 | -0.14  | $3.13 \pm 0.00$         | $3.15 \pm 0.04$                          | 6.56    | 1     |
| VI      | 3.59                    | -0.45 | +0.29  | $4.04 \pm 0.01$         | $3.93 \pm 0.08$                          | 6.74    | 3     |
| SiI     | 7.05                    | -0.49 | +0.25  | $7.54 \pm 0.00$         | $7.51 \pm 0.03$                          | 8.15    | 1     |
| CaI     | 5.19                    | -1.25 | -0.51  | $6.44 \pm 0.00$         | $6.34 \pm 0.04$                          | 6.11    | 1     |
| NiI     | 5.28                    | -0.94 | -0.20  | $6.22 \pm 0.20$         | $6.22 \pm 0.04$                          | 7.63    | 9     |



# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

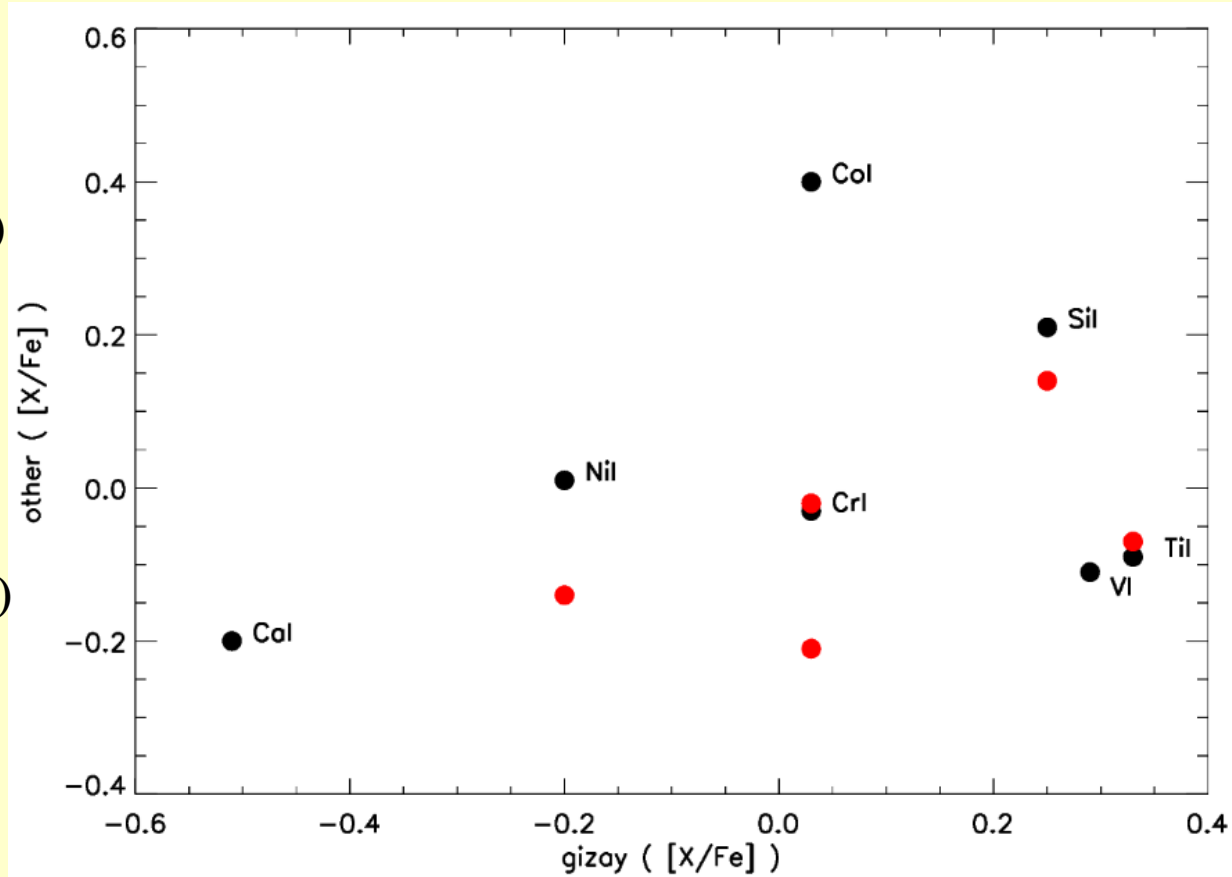
## - R Sct

| Species | Present work(2016)<br>$[X/Fe]_{E=0.3}$ | Luck(1981)<br>$[X/Fe]_{E=0.9}$ | Giridhar(2000)<br>$[X/Fe]_{E=0.9}$ |
|---------|--|--------------------------------|------------------------------------|
| CrI     | +0.03                                  | -0.03                          | -0.21                              |
| TiI     | +0.33                                  | -0.09                          | -0.07                              |
| VI      | +0.29                                  | -0.11                          | ...                                |
| NiI     | -0.20                                  | +0.01                          | -0.14                              |
| SiI     | +0.25                                  | +0.21                          | +0.14                              |
| CoI     | +0.03                                  | +0.40                          | -0.02                              |
| CaI     | -0.51                                  | -0.20                          | ...                                |
| ScII    | -1.27                                  | ...                            | -1.08                              |

# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

Bu çalışma (2016)  
&  
Luck (1981)  
L

Bu çalışma (2016)  
&  
Giridhar (2000)  
G



ELEMENT L - G

**NiI** 0.15

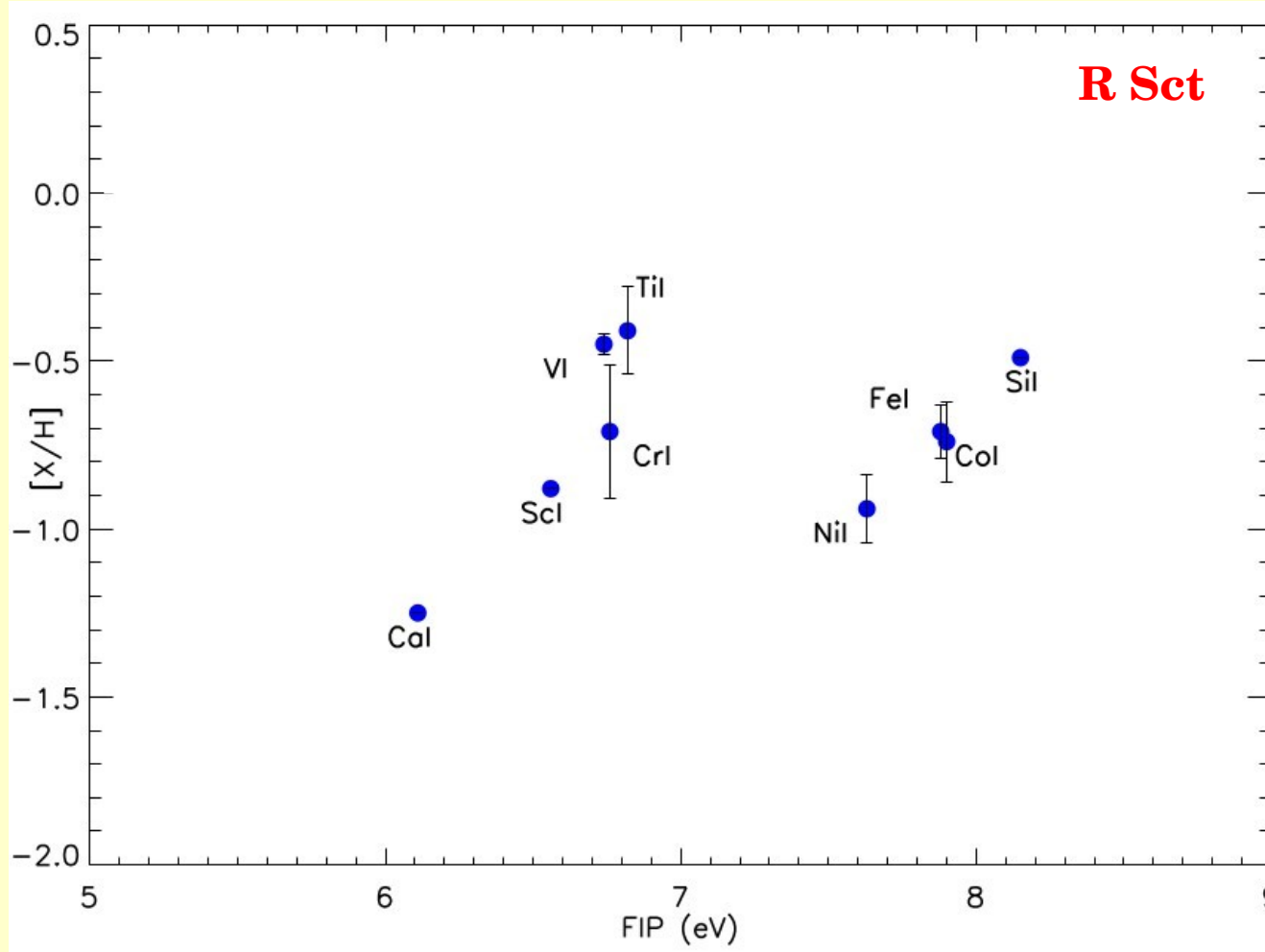
**CoI** 0.42

**CrI** 0.18

**SiI** 0.07

**TiI** 0.02

# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

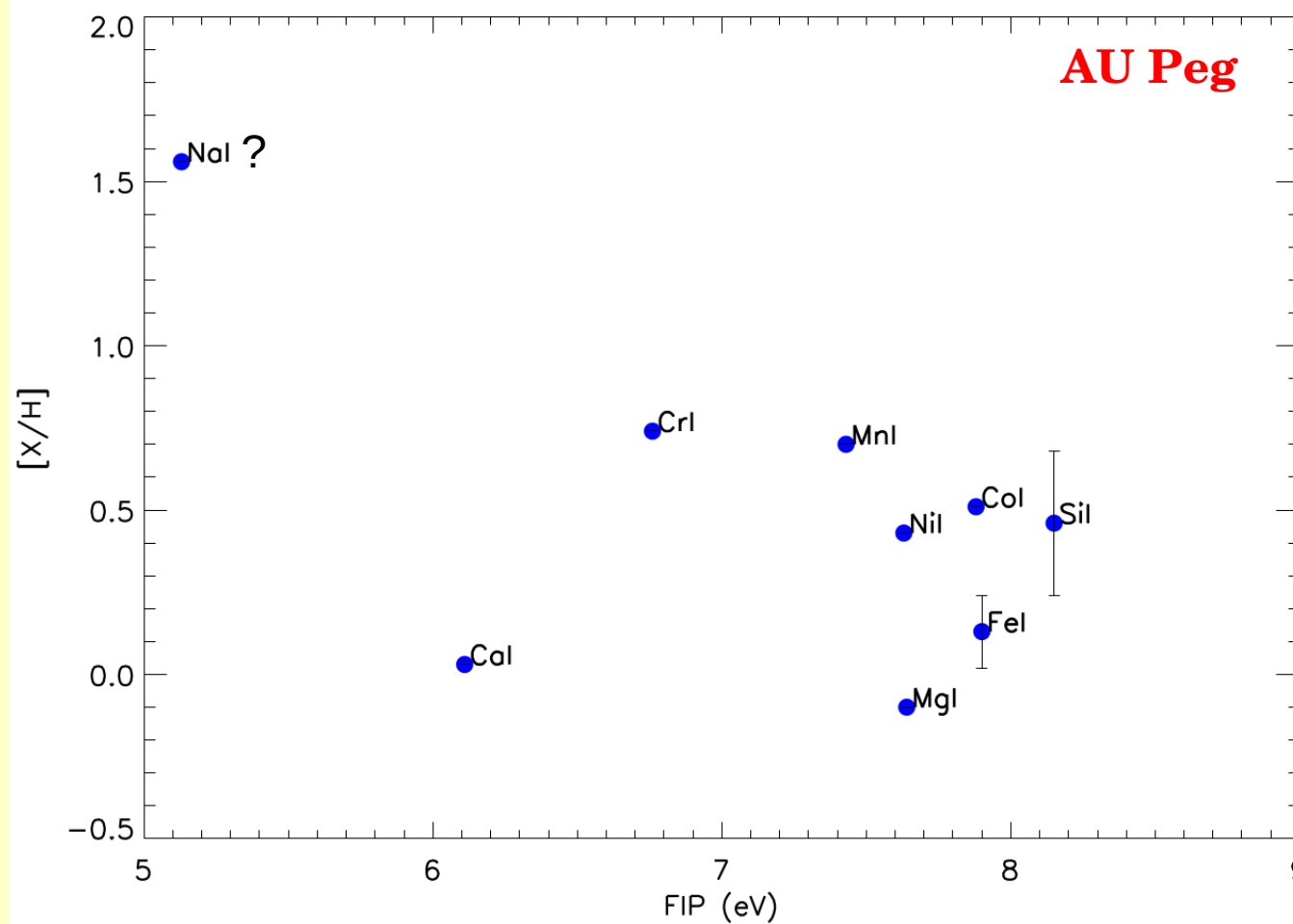


# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

## AU Peg

| Species | $\log \epsilon_{\star}$ | [X/H] | [X/FE] | $\log \epsilon_{\odot}$<br>Asplund(2009) | FIP(eV) | lines |
|---------|-------------------------|-------|--------|--|---------|-------|
| FeI     | 7.63                    | +0.13 | -0.00  | $7.50 \pm 0.04$                          | 7.90    | 11    |
| CrI     | 6.38                    | +0.74 | +0.61  | $5.64 \pm 0.04$                          | 6.76    | 1     |
| CoI     | 5.50                    | +0.51 | +0.42  | $4.99 \pm 0.07$                          | 7.88    | 1     |
| SiI     | 7.97                    | +0.46 | +0.33  | $7.51 \pm 0.03$                          | 8.15    | 2     |
| CaI     | 6.37                    | +0.03 | -0.10  | $6.34 \pm 0.04$                          | 6.11    | 1     |
| NiI     | 6.65                    | +0.43 | +0.30  | $6.22 \pm 0.04$                          | 7.63    | 1     |
| MnI     | 6.09                    | +0.70 | +0.57  | $5.39 \pm 0.05$                          | 7.43    | 1     |
| NaI     | 7.80                    | +1.56 | +1.43  | $6.24 \pm 0.04$                          | 7.80    | 1     |
| MgI     | 7.50                    | -0.10 | -0.23  | $7.60 \pm 0.04$                          | 7.64    | 1     |

# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ



# KİMYASAL BOLLUKLAR VE FIP ETKİSİ

Sonuç olarak ;

- R Sct yıldızındaki elementlerin FIP değerlerine karşı bolluk değerlerinde ilişki olduğu görüldü.
- AU Peg yıldızındaki elementlerde ise FIP değerine karşı bolluklarda bir ilişki tespit edilemedi.
- FIP etkisinin 800 Ang. gibi küçük bir spectrum aralığında gözlemlenebilir olduğu görüldü.

# TEŐEKKÜRLER...

# - REFERANSLAR

- Giridhar S. ,Lambert D. L. and Gonzalez G., 2000,"Abundance Analyses of Field RV Tauri Stars, V: DS Aquarii, UY Arae, TW Camelopardis, BT Librae, U Monocerotis, TT Ophiuchi, R Scuti, and RV Tauri", Astrophysical Journal, 531 : 521536
- LUCK R.E. 1981, "An Abundance Analysis of the Bright RV Tauri Variable R Scut", Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 93:211220
- Laming J. M. 2015, "The FIP and Inverse FIP Effects in Solar and Stellar Coronae", arXiv:1504.08325v1
- Preston, G. W., Krzeminski, W., Smak, J. and Williams, J. A. 1963, ApJ, 137,401
- Kukarkin B. V., 1958, in Roman N. G., ed., Comparison of the LargeScale Structure of the Galactic System with that of Other Stellar Systems Vol. 5 of IAU Symposium, Variable stars and problems of general structure of galaxies. p. 49